

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

EP 99 / 4 5 3 5

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Bescheinigung**

REC'D 23 AUG 1999

WIPO PCT

Die Daimler-Benz Aktiengesellschaft in Stuttgart/Deutschland hat eine Patent-  
anmeldung unter der Bezeichnung

"Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe"

am 19. August 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die Anmeldung ist auf die DaimlerChrysler AG in Stuttgart/Deutschland umge-  
schrieben worden.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol  
F 16 D 23/04 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 23. Juli 1999

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Seiler

Aktenzeichen: 198 37 583.2

M 03.08.98

Daim 28148/4

Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
Stuttgart

FTP/P MB 4112P/DE  
05.08.1998 Lo/WS

---

Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe

Die Erfindung betrifft eine Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe mit wenigstens einem äußeren und einem inneren Gleichlaufring und gegebenenfalls einem Zwischenring nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

Aus der DE 31 22 522 A1 ist eine gattungsgemäße Synchronisiereinrichtung bekannt.

Auf einen der Reibpartner, nämlich entweder auf einen Gleichlaufring oder auf einen Synchronisiererring, wird dabei ein Reibbelag aus einem nichtmetallischen, anorganischen Werkstoff aufgebracht, welcher die Reibungseigenschaften zwischen den Reibpartnern verbessern soll.

Das Verfahren zur Herstellung dieser Synchronisiereinrichtung ist jedoch nachteiligerweise sehr teuer und der aufgebrachte Reibbelag muß entweder äußerst sorg-

fältig aufgebracht werden oder nach dem Aufbringen nachbearbeitet werden. Dies führt zu komplizierten Fertigungsabläufen und darüber hinaus kann der Reibbelag bei der Nachbehandlung beschädigt werden.

Ein weiteres Problem dieser bekannten Synchronisierereinrichtung ist, daß sich in der aufgetragenen Reibschicht reibwertreduzierende Partikel, wie z.B. Schwefelpartikel, welche im Getriebeöl enthalten sind, festsetzen können. Durch diese Schwefelpartikel wird der Reibwert zwischen den Reibpartnern verringert und somit das aufbringbare Synchronisiermoment bzw. die Synchronisierleistung des Schaltgetriebes herabgesetzt. Letztendlich kann dies zu schwerwiegenden Fehlfunktionen des Getriebes führen.

Zum weiteren Stand der Technik bei Synchronisierereinrichtungen für Schaltgetriebe wird auf die FR 15 21 621 und die JP 2-304220 A verwiesen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Synchronisierereinrichtung für ein Schaltgetriebe zu schaffen, welche zwischen den Reibpartnern gleichbleibende Reibungsverhältnisse sicherstellt und welche gleichzeitig einfach und kostengünstig herzustellen ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Durch das erfindungsgemäße Nitrierhärten des aus dem metallischen Grundwerkstoff bestehenden Gleichlaufrings und/oder des Zwischenrings, durch welches sich an der Kegelfläche eine nichtmetallische  $\gamma'$ -Ver-

bindungsschicht und/oder eine nichtmetallische  $\varepsilon$ -Verbindungsschicht ausbildet, ergibt sich für jeweils einen der Reibpartner eine äußere Reibfläche, welche einen konstant bleibenden Reibwert auf einem gewünschten hohen Niveau besitzt. Die nitrierte Oberfläche weist dabei gleichzeitig eine hohe Härte und eine damit verbundene hohe Verschleißfestigkeit auf. Des weiteren verbleibt durch das Nitrierhärten ein ungehärteter und somit zäher Kern, der die Festigkeit des jeweiligen Bauteils gewährleistet.

Erfindungsgemäß können nunmehr Schwefelpartikel und andere reibwertreduzierende Additive nicht mehr in die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw. in die  $\varepsilon$ -Verbindungsschicht eindringen, wodurch ein gleichmäßig hohes Synchronisationsmoment sichergestellt ist. Zur Ausbildung der genannten Verbindungsschichten sind lediglich bestimmte Prozeßparameter beim Nitrierhärten zu verändern, so daß sich diese Schicht ohne einen zusätzlichen Verfahrensschritt ausbildet. Eine Nachbearbeitung der entsprechenden Verbindungsschicht ist vorteilhafterweise nicht mehr notwendig. Es ergibt sich somit eine sehr einfache und kostengünstige Herstellung der Synchronisiereinrichtung.

Die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw.  $\varepsilon$ -Verbindungsschicht ist dabei fest mit dem Grundwerkstoff des Gleichlaufrings bzw. des Zwischenrings verbunden, da es sich nicht um eine aufgespritzte oder in anderer Form aufgebrachte Schicht handelt, sondern um eine durch Stoffumwandlung aus dem Grundwerkstoff des Bauteils hergestellte Schicht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildung der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus dem nachfolgend anhand der Zeichnung prinzipmäßig dargestellten Ausführungsbeispiel.

Es zeigt:

~~Fig. 1 eine stark schematisierte Darstellung eines~~  
Teils eines Schaltgetriebes mit einer erfindungsgemäßen Synchronisiereinrichtung;

Fig. 2 eine Draufsicht auf einen äußeren Gleichlaufring der Synchronisiereinrichtung aus Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt nach der Linie III-III aus Fig. 2;

Fig. 4 eine Draufsicht auf einen inneren Gleichlaufring der Synchronisiereinrichtung aus Fig. 1; und

Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie V-V aus Fig. 4.

Fig. 1 zeigt ein Schaltgetriebe, beispielsweise zur Verwendung in Lastkraftwagen oder Personenkraftwagen, welches in seiner Gesamtheit nicht dargestellt ist. Das Schaltgetriebe weist in an sich bekannter Weise eine Synchronisiereinrichtung 1, eine Hauptwelle 2 und ein an der Hauptwelle 2 angebrachtes Zahnrad 3 auf. Selbstverständlich sind an der Hauptwelle 2 noch weitere Zahnräder angebracht, da diese jedoch nicht erfindungsrelevant sind, werden sie im folgenden nicht

näher beschrieben. Auch eine bei Schaltgetrieben übliche Vorgelegewelle ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Auf der Hauptwelle 2 befindet sich außer dem Zahnrad 3 noch ein Gleichlaufkörper 4, der mit einer Schiebega-bel 5 über eine Schiebemuffe 6 und einen Druckstift 7 verbunden ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, die auf der Hauptwelle 2 sich befindlichen Bauteile auf der Vorgelegewelle anzubringen.

---

Der Gleichlaufkörper 4 ist mit dem Zahnrad 3 über die Synchronisiereinrichtung 1 verbunden. Hierzu besteht die Synchronisiereinrichtung 1 aus einem äußeren Gleichlaufring 8, einem Zwischenring 9 und einem inneren Gleichlaufring 10, wobei der äußere Gleichlaufring 8 mit dem Gleichlaufkörper 4 und der innere Gleichlaufring 10 mit dem Zahnrad 3 verbunden ist. Dieser Aufbau der Synchronisiereinrichtung 1 ist an sich bekannt und wird auch als Borg-Warner-Doppelkonussyn-chronisierung bezeichnet. Da die Synchronisierung der einzelnen Zahnräder des Schaltgetriebes auch bei der vorliegenden Ausführungsform der Synchronisiereinrich-tung 1 gleich abläuft wie dies aus dem Stand der Tech-nik bekannt ist, wird auf diese Abläufe im folgenden nicht näher eingegangen.

Der in den Figuren 2 und 3 näher dargestellte äußere Gleichlaufring 8 weist an seinem Innendurchmesser eine Kegelfläche 11 auf, wohingegen der in den Figuren 4 und 5 dargestellte innere Gleichlaufring 10 an seinem Außendurchmesser mit einer Kegelfläche 12 versehen ist. Der zwischen dem äußeren Gleichlaufring 8 und dem inneren Gleichlaufring 10 angeordnete Zwischenring 9 ist vollständig kegelförmig ausgebildet, d.h. sowohl sein Außendurchmesser als auch sein Innendurchmesser

sind als Kegelflächen 13 und 14 ausgebildet und an die Kegelflächen 11 und 12 der Gleichlaufringe 8 und 10 angepaßt. Die Synchronisiereinrichtung 1 ist dafür vorgesehen, eine Kraft bzw. ein Drehmoment von dem Gleichlaufkörper 4 an das Zahnrad 3 über den äußeren Gleichlaufring 8, den Zwischenring 9 und den inneren Gleichlaufring 10 durch Reibung zwischen den jeweiligen Kegelflächen 11 bis 14 zu übertragen.

---

Um den gewünschten Reibwert zwischen der Kegelfläche 13 am Außendurchmesser des Zwischenrings 9 und der Kegelfläche 11 am Innendurchmesser des äußeren Gleichlaufrings 8 und zwischen der Kegelfläche 14 des Zwischenrings 9 und der Kegelfläche 12 des inneren Gleichlaufrings 10 zu erreichen, ist zunächst der Zwischenring 9 an beiden Kegelflächen 13 und 14 mit einer an sich bekannten Reibschicht versehen.

Sowohl der äußere Gleichlaufring 8 als auch der innere Gleichlaufring 10 sind an ihren Kegelflächen 11 bzw. 12 nitriergehärtet. Dieses Nitrierhärten wird vorzugsweise durch ein Plasmanitrierverfahren durchgeführt, bei welchem die Prozeßparameter so eingestellt werden, daß sich an den Kegelflächen 11 und 12 nichtmetallische sogenannte  $\gamma'$ -Verbindungsschichten bzw.  $\epsilon$ -Verbindungsschichten ausbilden. Hierzu werden der äußere Gleichlaufring 8 und der innere Gleichlaufring 10 in einen nicht dargestellten Nitrierofen eingelegt, in welchem eine Ammoniak-Atmosphäre vorherrscht. Die zur Ausbildung der  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw.  $\epsilon$ -Verbindungsschicht einzustellenden Prozeßparameter sind hierbei die Temperatur im Nitrierofen, das Gasgemisch innerhalb des Nitrierofens, bestehend aus Ammoniak, Wasserstoff und Kohlendioxid, die Zeitdauer der Ni-

trierbehandlung, der in dem Nitrierofen herrschende Unterdruck sowie das beim Plasmanitrieren erforderliche Plasma, welches über Strom und Spannung gesteuert wird. So entsteht an den Kegelflächen 11 und 12 jeweils eine Schicht, die einerseits sehr hart und verschleißfest ist und in welche sich andererseits keine im Getriebeöl enthaltenen reibwertsenkenden Additive, wie z.B. Schwefelpartikel, einlagern können. Dadurch bleibt für die Kegelflächen 11 und 12 ständig ein konstanter Reibwert erhalten und es kann durch die Synchronisiereinrichtung 1 ein gleichbleibendes Synchronisiermoment übertragen werden.

Die Nitriertiefe der Kegelflächen 11 und 12 beträgt etwa 200 bis 800  $\mu\text{m}$  und die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw.  $\epsilon$ -Verbindungsschicht ist ca. 1 bis 20  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise ca. 10  $\mu\text{m}$  stark. Bei der  $\gamma'$ -Verbindungsschicht handelt es sich um eine Eisen-Stickstoff-Verbindung mit der chemischen Bezeichnung  $\text{Fe}_4\text{N}$ . Die  $\epsilon$ -Verbindungsschicht besteht hingegen aus der Eisen-Stickstoff-Verbindung mit der chemischen Bezeichnung  $\text{Fe}_{2,3}\text{N}$ .

Statt der Nitrierbehandlung des äußeren Gleichlaufrings 8 und des inneren Gleichlaufrings 10 kann alternativ auch der Zwischenring 9 an seinen beiden Kegelflächen 13 und 14 wie oben beschrieben durch das Plasmanitrierverfahren nitriergehärtet werden, wobei in diesem Fall selbstverständlich die Reibschicht an den Kegelflächen 11 und 12 der Gleichlaufringe 8 und 10 angebracht wird. Des weiteren funktioniert das Prinzip der Plasmanitrierhärtung auch bei einer Einfachkonussynchronisierung ohne den Zwischenring 9 und es ist in diesem Fall lediglich notwendig, eine Kegel-



fläche eines der beiden Gleichlaufringe 8 bzw. 10 mittels eines Plasmanitrierverfahrens zu behandeln.

Der metallische Grundwerkstoff der Gleichlaufringe 8 und 10 bzw. des Zwischenrings 9 kann ein Sinterwerkstoff, ein Sinterschmiedewerkstoff oder auch ein härter Stahl, wie z.B. 16MnCr5, 31CrMoV9 oder 34CrAlNi7, sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich bei den Gleichlaufringen 8 und 10 um Sinterteile. Bei diesen Sinterwerkstoffen ist es besonders vorteilhaft, Molybdän als Grundlegierungselement einzusetzen, wohingegen bei der Verwendung von Stahlwerkstoffen die Legierungsbestandteile Chrom, Molybdän, Aluminium und Mangan zu sehr guten Ergebnissen führen.

Statt des Plasmanitrierens können eventuell auch die Nitrierverfahren Langzeitgasnitrieren oder Kurzzeitgasnitrieren eingesetzt werden.

Selbstverständlich könnte die Synchronisiereinrichtung 1 statt für eine Borg-Warner-Doppelkonussynchronisierung auch für eine Einfachkonussynchronisierung oder für eine Drei- bzw. Mehrfachkonussynchronisierung ausgeführt sein.

Bei einer Einfachkonussynchronisierung gemäß dem System Borg-Warner wäre kein Zwischenring 9 vorgesehen, der äußere Gleichlaufring 8 wäre mit dem Zahnrad 3 einteilig ausgeführt und der innere Gleichlaufring 8 wäre mit dem Gleichlaufkörper 4 verbunden. An einem der beiden Gleichlaufringe 8 oder 10 wäre dann die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw. die  $\epsilon$ -Verbindungsschicht und an dem anderen die Reibschicht vorgesehen.

Bei einer weiteren denkbaren Einfachkonussynchronisierung könnte an der Schiebemuffe 6 die Kegelfläche 11 angebracht sein, wobei dann der innere Gleichlaufring 10 an dem Zahnrad 3 lose angebracht wäre. Die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw. die  $\varepsilon$ -Verbindungsschicht sowie die Reibschicht könnten dann an der Kegelfläche 11 der Schiebemuffe 6 oder an der Kegelfläche 12 des inneren Gleichlaufrings 10 angebracht sein.

---

Bei einer Dreifachkonussynchronisierung wären zwei Zwischenringe 9 vorzusehen, wobei hier die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw. die  $\varepsilon$ -Verbindungsschicht sowie die Reibschicht im Sinne der oben genannten Ausführungsformen anzubringen wären. Bei einer Mehrfachkonussynchronisierung ist eine entsprechend höhere Anzahl an Zwischenringen 9 notwendig.

Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
Stuttgart

FTP/P MB 4112P/DE  
05.08.1998 Lo/WS

---

Patentansprüche

1. Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe, mit wenigstens einem äußeren und einem inneren Gleichlaufring und gegebenenfalls wenigstens einem Zwischenring, wobei die Gleichlaufringe und der Zwischenring jeweils Kegelflächen aufweisen, über welche sie wenigstens mittelbar miteinander in Verbindung stehen, und wobei wenigstens einer der Gleichlaufringe und/oder der Zwischenring aus einem metallischen Grundwerkstoff besteht, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einer der des aus dem metallischen Grundwerkstoff bestehenden Gleichlaufringe (8,10) und/oder der Zwischenring (9) derart nitriergehärtet ist, daß durch Einstellen von Prozeßparametern beim Nitrierhärten sich an der Kegelfläche (11,12) des Gleichlaufrings (8,10) und/oder an der Kegelfläche (13,14) des Zwischenrings (9) eine nichtmetallische  $\gamma'$ -Verbindungsschicht und/oder eine nichtmetallische  $\epsilon$ -Verbindungsschicht ausbildet.
2. Synchronisiereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht aus  $\text{Fe}_4\text{N}$  besteht.

3. Synchronisiereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die  $\epsilon$ -Verbindungsschicht aus  $\text{Fe}_{2,3}\text{N}$  besteht.
4. Synchronisiereinrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Gleichlaufring (8,10) und/oder der Zwischenring (9) plasmanitriert gehärtet ist.
5. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Grundwerkstoff des wenigstens einen Gleichlaufrings (8,10) und/oder des Zwischenrings (9) ein Sinterwerkstoff ist.
6. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Grundwerkstoff des wenigstens einen Gleichlaufrings (8,10) und/oder des Zwischenrings (9) ein Sinterschmiedewerkstoff ist.
7. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der metallische Grundwerkstoff des wenigstens einen Gleichlaufrings (8,10) und/oder des Zwischenrings (9) ein härtbarer Stahl ist.

8. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Nitriertiefe 200 bis 800  $\mu\text{m}$  beträgt.
9. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  

---

dadurch gekennzeichnet, daß  
die  $\gamma'$ -Verbindungsschicht bzw. die  $\epsilon$ -Verbindungsschicht 1 bis 20  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise ca. 10  $\mu\text{m}$  dick ist.
10. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Zwischenring (9) zwischen dem inneren Gleichlaufring (10) und dem äußeren Gleichlaufring (8) angeordnet ist, wobei die Kegelflächen (13,14) des Zwischenrings (9) eine Reibschicht aufweisen, und wobei sich an beiden Gleichlaufringen (8,10) jeweils im äußeren Bereich an den Kegelflächen (11,12) die  $\gamma'$ - bzw.  $\epsilon$ -Verbindungsschicht befindet.
11. Synchronisiereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der innere Gleichlaufring (10) oder der äußere Gleichlaufring (8) fest mit dem Zahnrad (3) verbunden ist, wobei an dem einen Gleichlaufring (8,10) die  $\gamma'$ - bzw.  $\epsilon$ -Verbindungsschicht angebracht ist, und wobei an dem anderen Gleichlaufring (8,10) die Reibschicht angebracht ist.

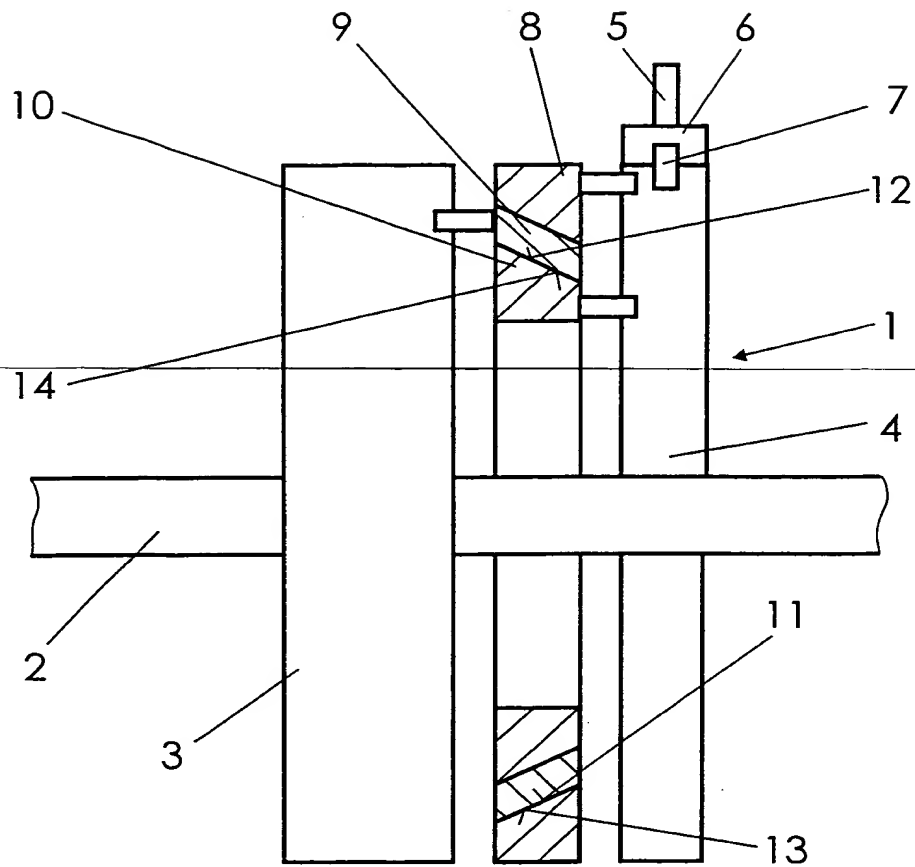


Fig. 1

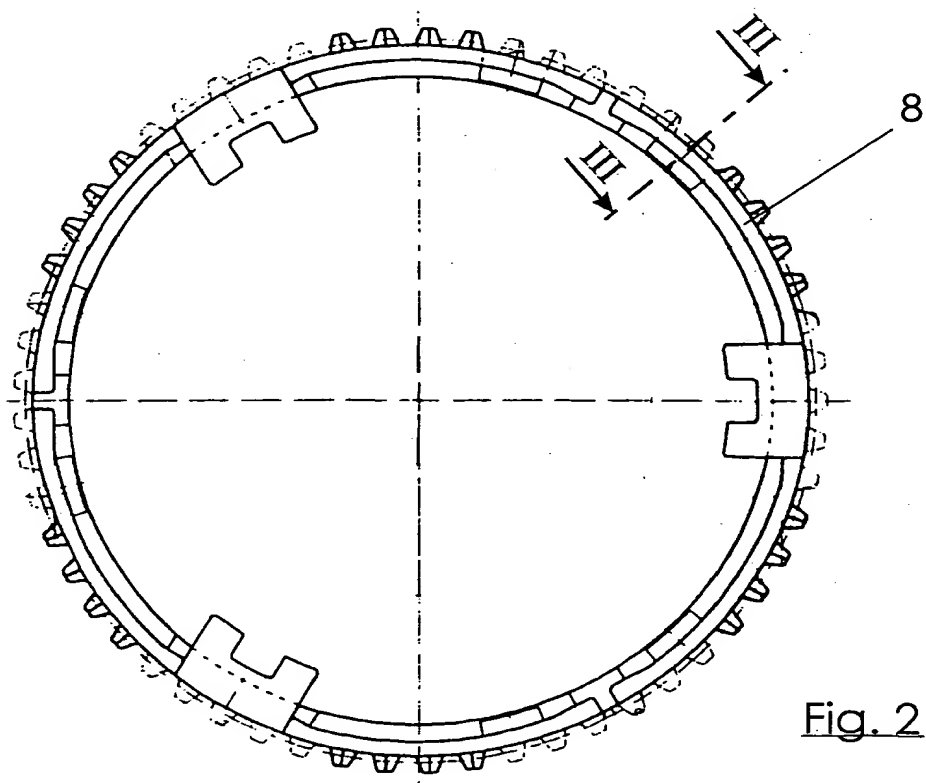


Fig. 2

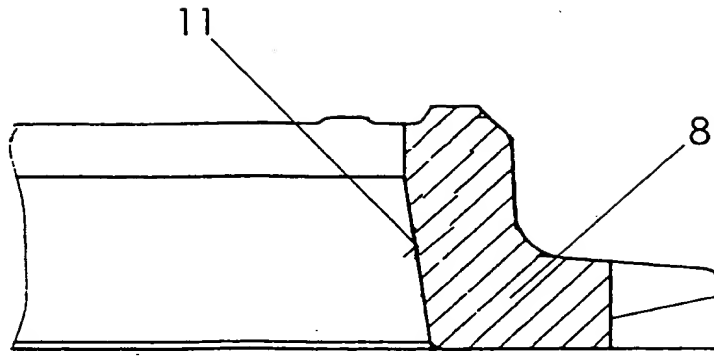


Fig. 3

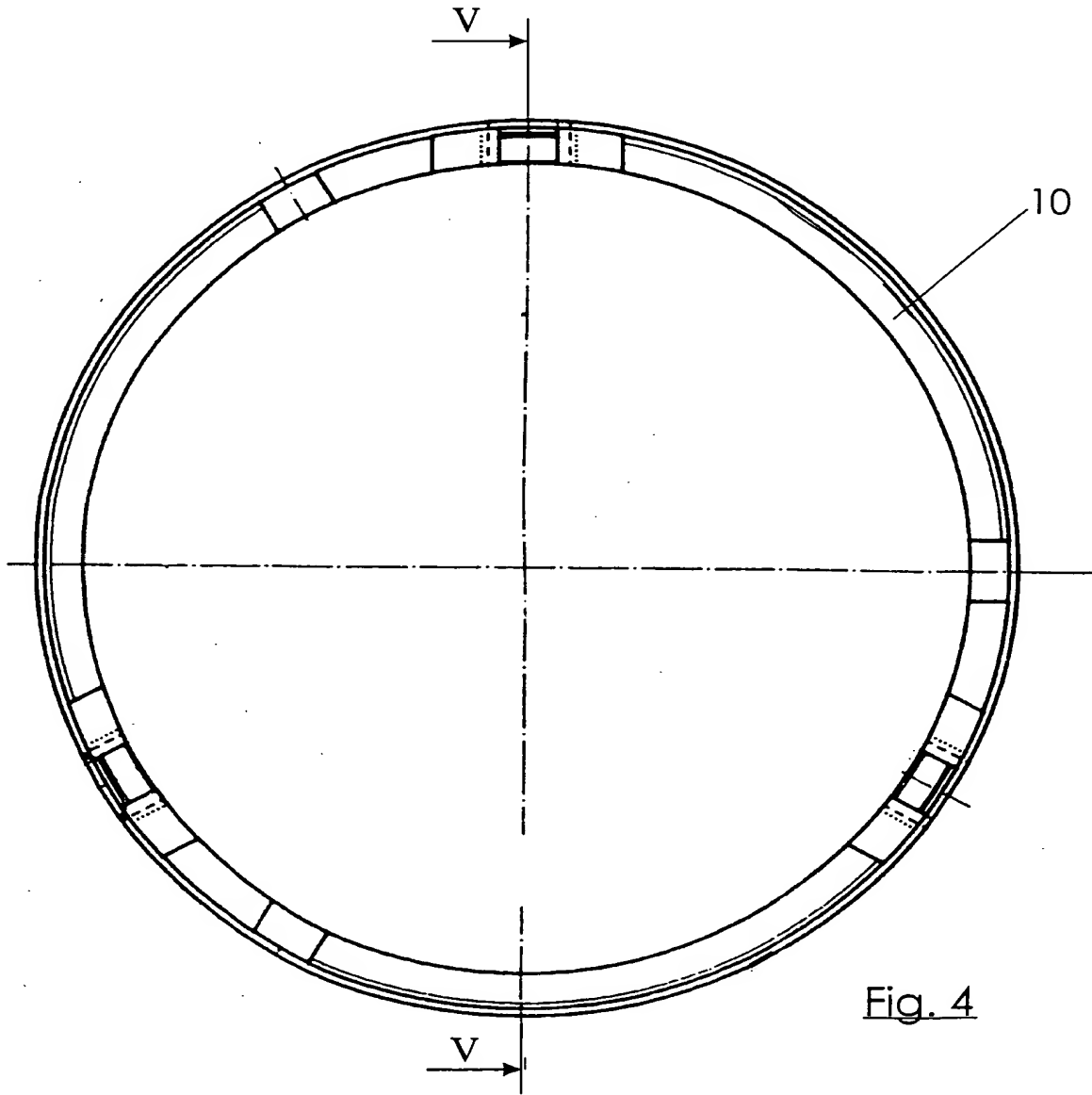
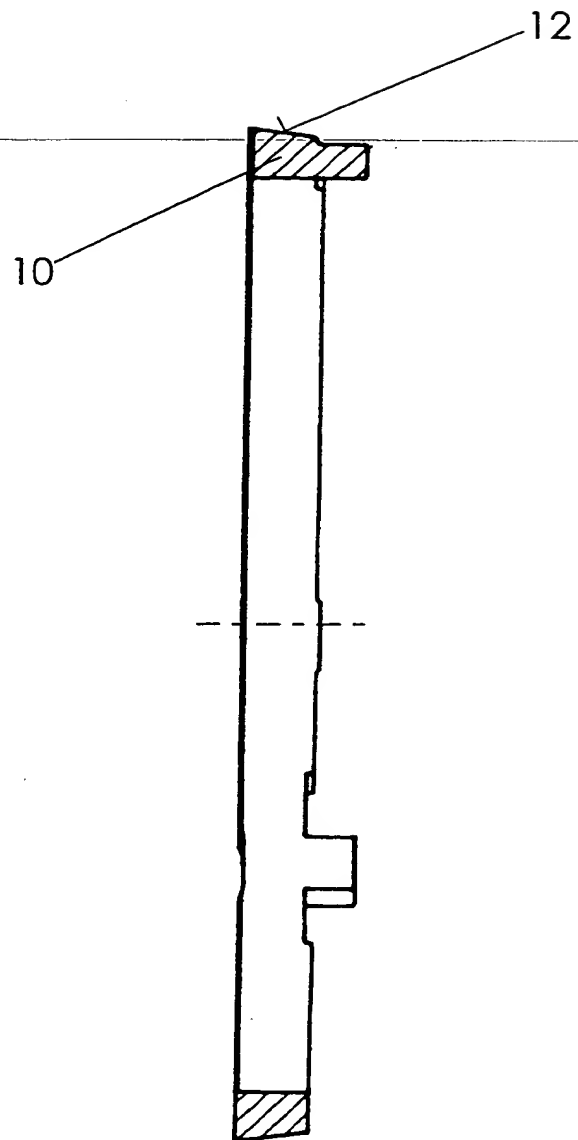


Fig. 4

Fig. 5



Daimler-Benz Aktiengesellschaft  
Stuttgart

FTP/P MB 4112P/DE  
05.08.1998 Lo/WS

Zusammenfassung  
Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe

Eine Synchronisiereinrichtung für ein Schaltgetriebe ist mit wenigstens einem äußeren und einem inneren Gleichlaufring und gegebenenfalls wenigstens einem Zwischenring, versehen. Die Gleichlaufringe und der Zwischenring weisen jeweils Kegelflächen auf, über welche sie wenigstens mittelbar miteinander in Verbindung stehen. Wenigstens einer der Gleichlaufringe und/oder der Zwischenring besteht aus einem metallischen Grundwerkstoff. Wenigstens einer der des aus dem metallischen Grundwerkstoff bestehenden Gleichlaufringe und/oder der Zwischenring ist derart nitriergehärtet, daß durch Einstellen von Prozeßparametern beim Nitrierhärten sich an der Kegelfläche des Gleichlaufrings und/oder an der Kegelfläche des Zwischenrings eine nichtmetallische  $\gamma'$ -Verbindungsschicht und/oder eine nichtmetallische  $\epsilon$ -Verbindungsschicht ausbildet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**